

Signale und Systeme

- Prof. Dr.-Ing. Thomas Sikora -

Name: Bachelor ET
Vorname: Master TI
Matr.Nr: Diplom WiIng
 Magister PI
 Erasmus

Ich bin mit der Veröffentlichung des Klausurergebnisses im Web unter meiner verkürzten Matrikelnummer einverstanden.

A1	A2	A3	BP	Summe

Hinweise:

1. Füllen Sie vor Bearbeitung der Klausur das Deckblatt **vollständig** und **sorgfältig** aus.
2. Schreiben Sie die Lösungen jeweils direkt auf den freien Platz unterhalb der Aufgabenstellung.
3. Die **Rückseiten** können bei Bedarf zusätzlich beschrieben werden. Sollte der Platz auf der Rückseite nicht ausreichen, ist dennoch **kein eigenes Papier zu verwenden**. Die Klausuraufsicht teilt auf Anfrage **zusätzliche leere Blätter** aus.
4. Ein **nicht programmierbarer** Taschenrechner und ein **einseitig handbeschriebenes DIN-A4-Blatt** sind als Hilfsmittel erlaubt.
5. Bearbeitungszeit: **90 min**.
6. **Keinen Bleistift** und auch **keinen Rotstift** verwenden!
7. Bei Multiple-Choice-Fragen gibt es je richtiger Antwort einen halben Punkt, je falscher Antwort wird ein halber Punkt abgezogen. Im schlechtesten Fall wird die Aufgabe mit null Punkten bewertet.
8. Grundsätzlich müssen bei allen Skizzen die **Achsen vollständig beschriftet** werden.

Ich habe die Hinweise gelesen und verstanden: (Unterschrift)

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 1
--	--	----------

Erklärung zur Prüfungsfähigkeit

Ich erkläre, dass ich mich prüfungsfähig fühle. (§ 7 (10) Satz 5+6 AllgPO vom 13. Juni 2012)

.....

(Datum und Unterschrift der Studentin/ des Studenten)

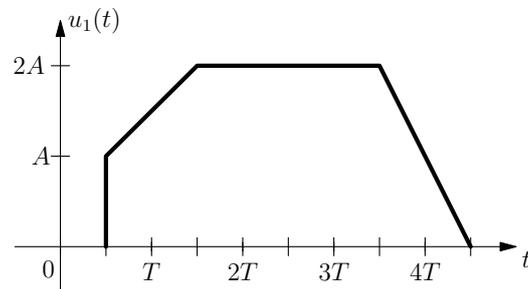
Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 2
---	--	----------

Inhaltsverzeichnis

1	Zeitkontinuierliche Signale	4
2	Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung	10
3	Zeitdiskrete Signale und Systeme	15

1 Zeitkontinuierliche Signale**12,5 Punkte**1.1 Gegeben sei das folgende, zeitkontinuierliche Signal $u_1(t)$:

4,5 P

a) Geben Sie eine geschlossene mathematische Beschreibung von $u_1(t)$ unter Zuhilfenahme von Elementarsignalen an.

1 P

b) Skizzieren Sie das Signal $u_2(t) = B \cdot u_1(-(t - 3T))$.

1,5 P

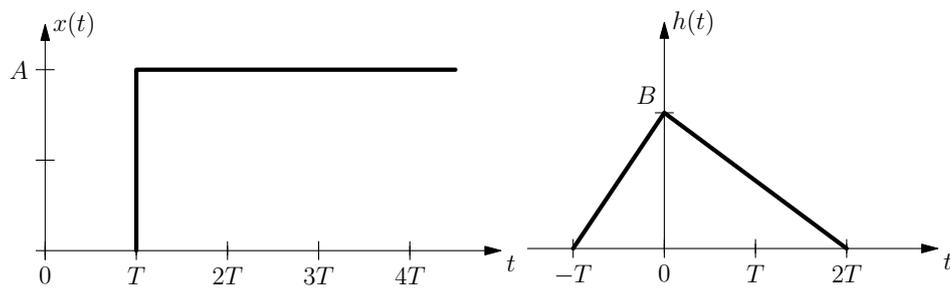
Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 4
--	---	----------

- c) Das Signal $u_1(t)$ werden mit $T_P = 5T$ periodisch fortgesetzt. Berechnen Sie die Varianz des periodisch fortgesetzten Signals $u_P(t) = u_1(t) * \delta_{T_P}(t)$. (Hinweis: Der Mittelwert von $u_P(t)$ ist 1,3A.) 1,5 P

- d) Wie groß ist die Energie des periodisch fortgesetzten Signals $u_p(t)$? 0,5 P

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 5
---	--	----------

- 1.2 Gegeben sei das Eingangssignal $x(t) = A \cdot \sigma(t - T)$ und die Impulsantwort $h(t)$. 6 P



- a) Bestimmen Sie das Ausgangssignal $y(t)$. Fassen Sie das Ergebnis soweit wie möglich zusammen. 4,5 P

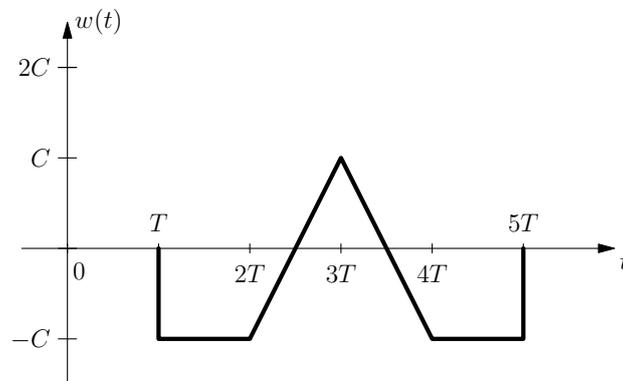
Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 6
---	--	----------

b) Skizzieren Sie $y(t)$ im Bereich $-1T \leq t \leq 5T$.

1,5 P

<p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016</p>	<p>Blatt: 7</p>
--	---	-----------------

- 1.3 Berechnen Sie die Fouriertransformierte des folgenden Signals $w(t)$. Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zu trigonometrischen Funktionen zusammen. 2 P



Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 8
---	--	----------

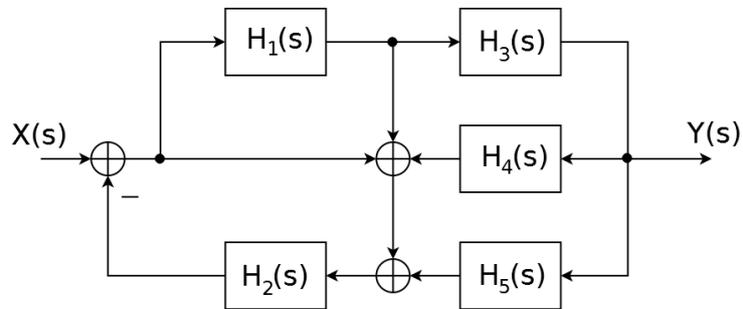
- 1.4 Wie lautet die Unschärferelation (oder das Zeitgesetz) der Nachrichtentechnik? 1* P

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 9
---	--	----------

2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung

9 Punkte

- 2.1 Gegeben sei das folgende Blockschaltbild. Geben Sie die Gesamtübertragungsfunktion $H_{\text{Ges}}(s)$ in Abhängigkeit von den Einzelübertragungsfunktionen $H_i(s)$, $i = 1, \dots, 5$ an. Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zusammen. 2 P



<p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016</p>	<p>Blatt: 10</p>
---	--	------------------

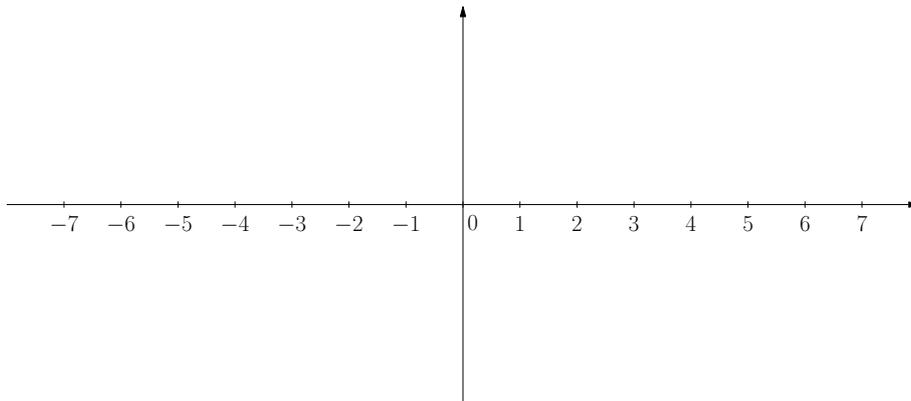
2.2 Von einem zeitkontinuierlichen System seien nachfolgende Eigenschaften bekannt. Skizzieren Sie das PN-Diagramm des Systems. **Erläutern Sie Ihre Schlussfolgerungen aus den genannten Eigenschaften.** 2,5 P

- a) Das System hat 5 Extremstellen.
- b) Der Allpassanteil besitzt eine Nullstelle mit dem Imaginärteil 1.
- c) $|H(0)| \rightarrow \infty$
- d) Bei einer Zerlegung des Systems in ein Allpass- und Minimalphasensystem muss im Minimalphasensystem eine Polstelle bei $(-2, \frac{1}{2}j)$ ergänzt werden
- e) Die Polstellen des Allpassanteils haben den gleichen Realteil.
- f) Der Minimalphasenanteil besteht aus einer doppelten Extremstelle.

<p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016</p>	<p>Blatt: 11</p>
---	--	------------------

2.3 Gegeben sei die Funktion $u(t) = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{4T}\right)$. 3 P

- a) Das Signal $u(t)$ werde nun ideal mittels eines Deltakamms $\delta_T(t)$ abgetastet. 1 P
Skizzieren Sie $u_a(t) = u(t) \cdot \delta_T(t)$ im Bereich $-7T \leq t \leq 7T$. Achten Sie auf eine vollständige Achsenbeschriftung.

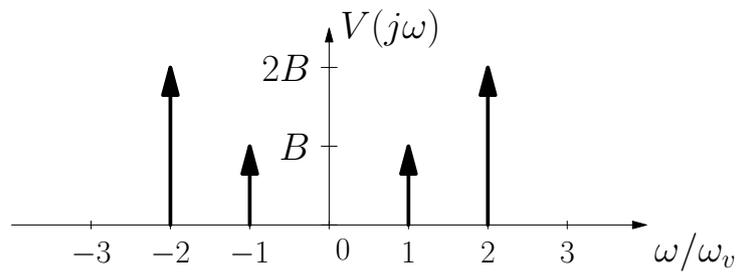


- b) Berechnen Sie die Fouriertransformierte $U_a(j\omega)$ des abgetasteten Signals 2 P
 $u_a(t) = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{4T}\right) \cdot \delta_T(t)$. Fassen Sie das Ergebnis soweit wie möglich zusammen. (Hinweis: Falls vorhanden, lösen Sie das Faltungssymbol auf.)

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 12
--	---	-----------

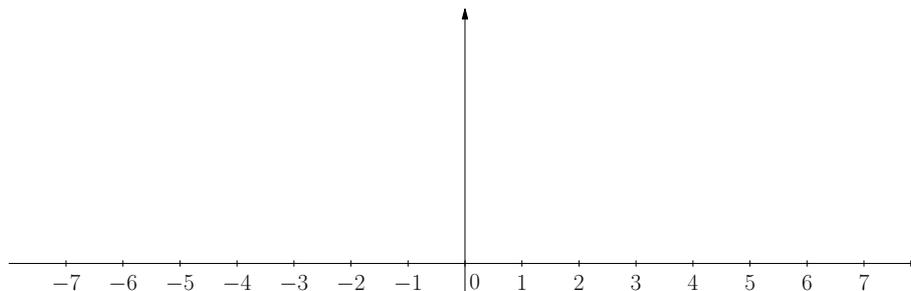
2.4 Gegeben sei nachfolgendes Amplitudenspektrum $|V(j\omega)|$.

1,5 P



a) Welche Abtastfrequenz muss bezüglich des Amplitudenspektrums $|V(j\omega)|$ mindestens gewählt werden, damit kein Aliasing entsteht? 0,5 P

b) Nun werde das Signal $v(t)$ ideal mit $\omega_T = 3,5\omega_v$ abgetastet. Skizzieren Sie $|V_a(j\omega)|$ im Bereich $-7\omega_v \leq \omega \leq 7\omega_v$. Achten Sie auf eine vollständige Achsenbeschriftung. 1 P



<p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016</p>	<p>Blatt: 13</p>
---	--	------------------

- 2.5 Definieren Sie ein verzerrungsfreies System im Zeitbereich. Welche Eigenschaft weist der Amplituden- und der Phasengang eines verzerrungsfreien Systems im Frequenzbereich auf? 1,5* P

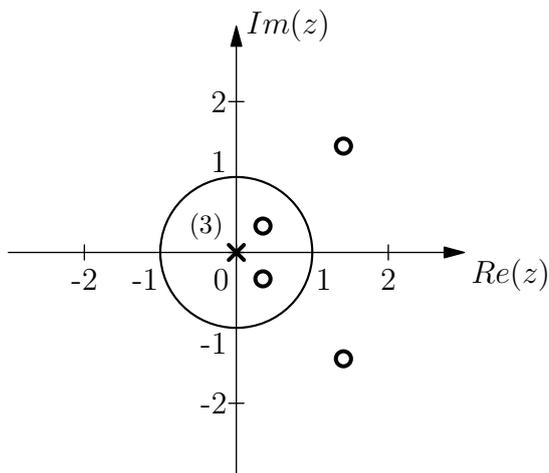
Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 14
---	--	-----------

3 Zeitdiskrete Signale und Systeme

10 Punkte

3.1 PN-Diagramme zeitdiskreter Systeme 4 P

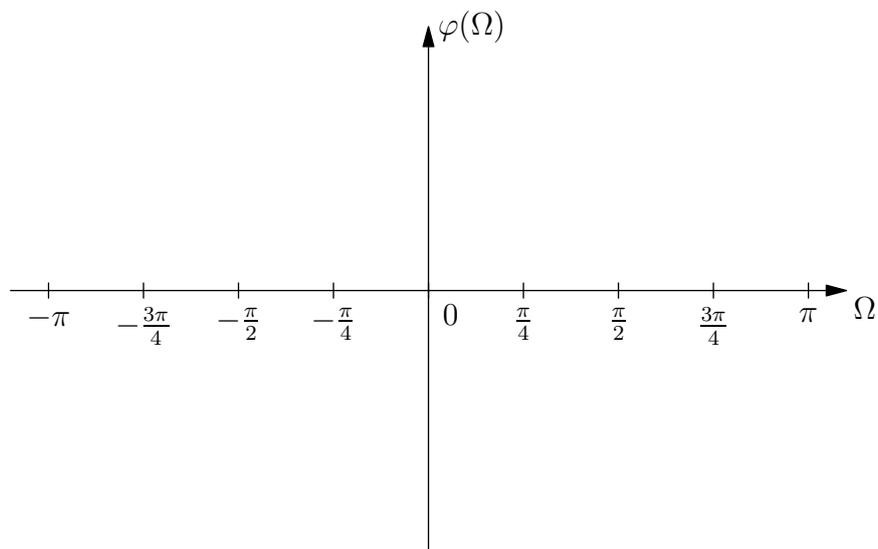
- a) Gegeben sei das folgende PN-Diagramm eines zeitdiskreten Systems. Kreuzen Sie rechts die entsprechenden Eigenschaften des Systems an. 3 P



ja nein

- reellwertig
 (bedingt) stabil
 kausal
 linearphasig
 Allpass
 minimalphasig

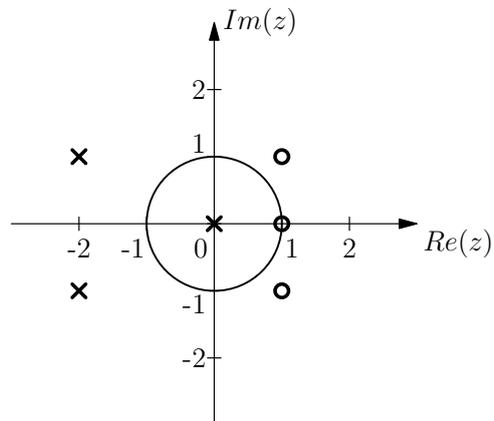
- b) Skizzieren Sie den Phasengang $\varphi(\Omega)$ des Systems ($H_0 = 1$). Achten Sie auf eine vollständige Achsenbeschriftung. 1 P



<p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016</p>	<p>Blatt: 15</p>
---	--	------------------

3.2 Gegeben sei das folgende PN-Diagramm eines zeitdiskreten Systems.

3 P



a) Bestimmen Sie die Systemfunktion $H(z)$ ($H_0 = 1$).

0,5 P

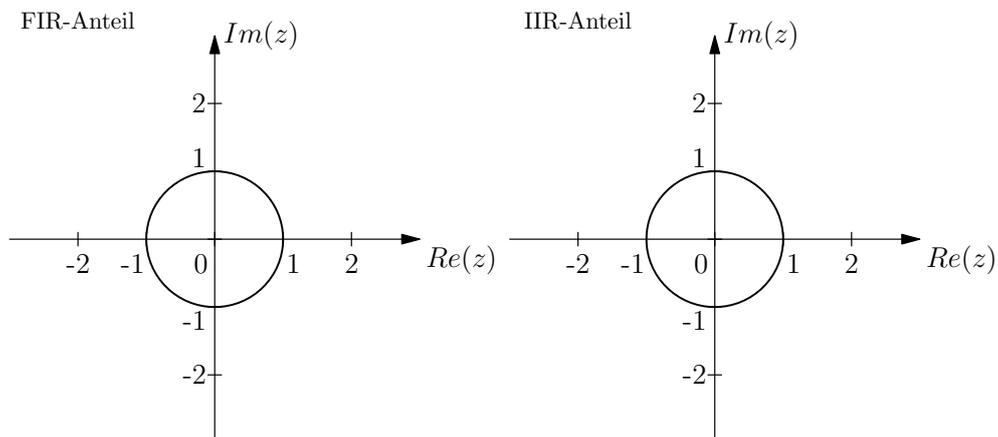
b) Bestimmen Sie die Differenzgleichung.

1 P

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 16
---	--	-----------

- c) Zeichnen Sie das Filter in der 1. kanonischen Form. (Hinweis: Falls Sie die Differenzgleichung nicht bestimmen konnten, verwenden Sie folgende Gleichung: $y(n) = -x(n) + 2x(n-1) - 4x(n-2) + 6x(n-3) + 5y(n-1) - 2y(n-2)$) 1 P

- d) Zeichnen Sie ein PN-Diagramm jeweils für den FIR- und den IIR-Anteil des Filters. 0,5 P



Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 17
--	---	-----------

- 3.3 Gegeben sei die diskrete Fouriertransformierte $U_{DFT} = \{2; \frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}; \frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\}$. 3 P
Bestimmen Sie mithilfe der inversen DFT (IDFT) die Zahlenfolge $u(k)$.

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 18
---	--	-----------

- 3.4 Erläutern Sie den Unterschied der Fouriertransformation zeitdiskreter Signale und der Diskreten Fouriertransformation (DFT) sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich. 1* P

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 06.04.2016	Blatt: 19
---	--	-----------